

1 M Ω 集積化量子ホール素子の開発

Development of the 1 M Ω Quantized Hall Array Device

○ 大江 武彦、Gorwadkar Sucheta、板谷 太郎、金子 晋久 (産総研)

○ Takehiko Oe, Sucheta Gorwadkar, Taro Itatani, Nobu-Hisa Kaneko (AIST)

E-mail: t.oe@aist.go.jp

1990 年以降、直流抵抗の標準に量子ホール効果が用いられてきた。図 1 は GaAs/AlGaAs 界面に生じる 2 次元電子系を用いて得られたホール抵抗 R_H 及び縦抵抗 R_{xx} の対磁場特性である。通常 $i = 2$ のプラトーを抵抗の標準として用いており、その量子化抵抗の値はフォン・クリッツィング定数 R_K の 1990 年の協定値 R_{K-90} より、 $R_{K-90}/2 = 12906.4035 \Omega$ となる。

近年、電子機器の小型化及び省エネルギー化により、電子部品の絶縁抵抗や微少な漏れ電流の評価が肝要になりつつある。高抵抗の測定技術の向上に資する取り組みとして、量子ホール素子を組み合わせた 1 M Ω 集積化量子ホール素子の作製を開始した。これは、単一の量子ホール素子 (12.9 k Ω) を直列に接続することにより量子化高抵抗を得るものであり、77 個のホールバーを直列に接続した後に (12.9 k $\Omega \times 77 = 0.99 \text{ M}\Omega$)、量子化抵抗値を 1 M Ω に近づけるために直並列に組み合わせた 11 個のホールバーを接続している。これにより、その量子化抵抗値の公称値は $10150/131 \times R_{K-90} = 10^6(1 - 0.034 \times 10^{-6})$ となり、ほぼ 1 M Ω の量子化高抵抗が得られる。

図 2 に 1 M Ω 集積化量子ホール素子のフォトマスクの図を示す。電圧端子の配線数を増やすことにより、2 次元電子系へのコンタクト抵抗や配線抵抗の量子化抵抗値への影響を低減する技術 [1] を使用しており、配線抵抗等の影響は無視できる。しかし集積化されている個々のホールバーにおいて 2 次元電子系に良いコンタクト (例えば $R_c < 1 \Omega$) が形成されている必要があり、コンタクト抵抗の歩留まりが重要となる。集積化されている個々のホールバーと同じサイズのホールバーについてコンタクト抵抗の歩留まりを評価した結果を示すとともに、1 M Ω 集積化量子ホール素子の特性について報告する。

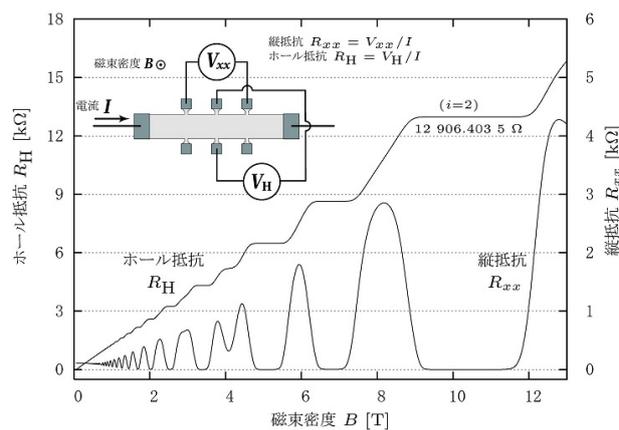


図 1: 量子ホール効果

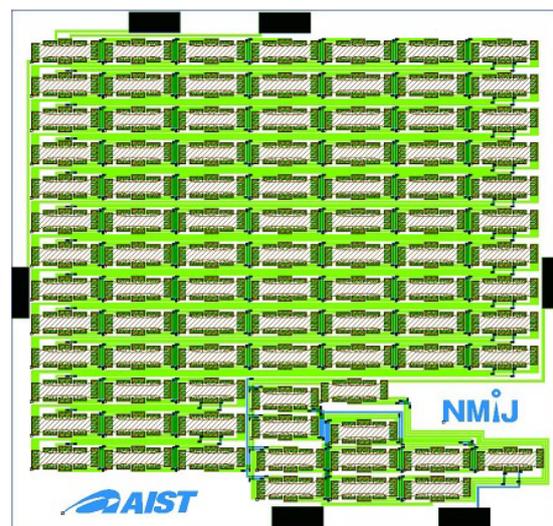


図 2: 1 M Ω 集積化量子ホール素子の設計図

[1] F. Delahaye, *J. Appl. Phys.*, **73**, 11 (1993) 7914.

[2] T. Oe, *et al.*, *Physica Status Solidi C*, **9**, 2 (2011) 270.